

TUBE ÉLECTRONIQUE : REDRESSEUR TRIPHASÉ À MERCURE À AMPOULE DE VERRE

FICHE N° 3701

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

Période de fabrication : 1925-1949
Fabricant : La verrerie scientifique
Domaines : Physique
Sous-domaines : Electricité, Electrotechnique
Organisme : Université de Rennes
Ville : Rennes
Modèle :
Matériaux : Verre, Mercure, Métal

Description

Le redresseur triphasé à vapeur de mercure, de marque "La verrerie scientifique", assure la transformation de courant électrique alternatif en courant redressé.

Il se présente sous la forme d'une grosse ampoule de verre en forme de poire, contenant une importante quantité de mercure liquide, à la partie inférieure de laquelle sont raccordés trois bras verticaux également en verre avec trois électrodes qui constituent les anodes. A la base de l'ampoule, la grosse électrode, noyée dans un bain de mercure, constitue la cathode. Un petit appendice supplémentaire en verre se trouve près de la base du tube. Dans cet appendice se trouve une électrode souple en face de laquelle est placé un électroaimant. Cette électrode va provoquer, lorsqu'on excite l'électroaimant, une déformation de son extrémité qui, en plongeant dans le mercure, va générer un petit arc électrique. Il y a alors la formation de vapeur de mercure qui va se propager dans tout le tube jusqu'aux trois anodes de puissance. Comme la vapeur de mercure est conductrice d'électricité, le courant électrique passe de façon unidirectionnelle entre cathode et anode. Ce redresseur triphasé à vapeur de mercure assure le redressement d'un courant alternatif triphasé (moyenne nulle) en courant "redressé" donc à moyenne non nulle (positive ou négative selon le branchement des polarités).

Utilisation

Ce redresseur a été retrouvé dans les collections d'instruments scientifiques de la faculté des sciences de Rennes . Il provient de l'enseignement d'électrotechnique du lycée Jean Jaurès de Rennes. Cet élément de puissance était utilisé pour obtenir du courant redressé à partir du courant alternatif et pouvait fournir des courants électriques de plusieurs dizaines d'ampères.







LIBRAIRIE DE PHYSIQUE
H. GIROZ
LA TRANSFORMATION
DE
L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
II
COMMUTATRICES
ET REDRESSEURS

COLLECTION ARMAND COLIN N° 151



A
T. 50. 80. L. 30



932

ferro-nickels, et d'autre part à des verres genre pyrex utilisés pour l'enveloppe. On peut également utiliser comme métal susceptible de se souder au verre corning le cuivre, ou encore un certain alliage de cuivre connus sous le nom de « dummet ».

Tous ces types de soudures supposent évidemment qu'il est possible de souder le métal constituant la tige d'anode à la calotte ou au collier de cuivre recouvrant l'extrémité du bras d'anode et sur lequel on vient fixer le câble d'anode. La soudure de cuivre sur le tungstène ou le molybdène présente d'ailleurs quelques difficultés, étant donné les points de fusion extrêmement différents des deux métaux ; toutefois, elle est réalisée maintenant couramment dans l'industrie moyennant certaines précautions et certains tours de fabrication connus des spécialistes.

b) *Substance intermédiaire métallique.* — Cette substance est en général un alliage ferro-chrome. Cet alliage présente la propriété de se souder assez facilement à des verres mous ordinaires tels que les verres au plomb, et présentant un coefficient de dilatation beaucoup plus élevé que les verres durs genre tungstène-glass ou molybdène-glass. Malheureusement cet alliage ferro-chrome se soude très difficilement à un autre métal. Toutefois, on réalise maintenant la soudure de l'alliage ferro-chrome sur le fer ou l'acier ordinaires en utilisant le procédé de la soudure à l'arc dans l'hydrogène atomique de Langmuir.

A) REDRESSEURS A ENVELOPPE DE VERRE.

45. Description. — L'aspect général d'un redresseur à ampoule de verre est représenté figure 53 ; on peut distinguer trois parties essentielles en ce qui concerne l'enveloppe :

1° La chambre d'évaporation, à la partie inférieure de

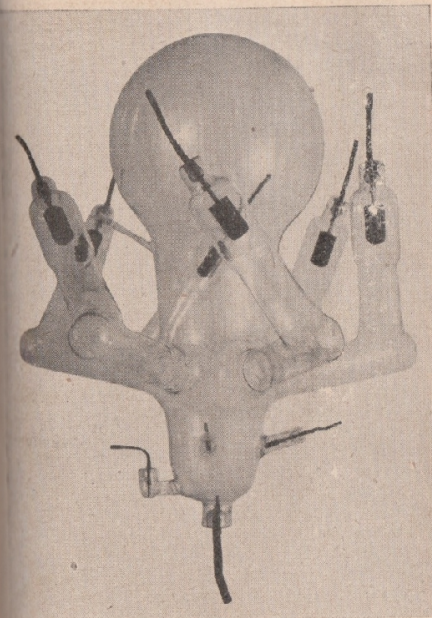


Fig. 53.



laquelle se trouve la cathode en mercure avec ses entrées de courant, et dans laquelle débouchent latéralement les bras d'anode. Elle est prolongée vers sa partie supérieure par la chambre de condensation.

2° La chambre de condensation qui doit être placée le plus près possible et directement au-dessus de la chambre d'évaporation. La surface de cette chambre de condensation doit être déterminée de telle sorte que la température et par suite la pression de la vapeur de mercure à l'intérieur de l'enveloppe restent au-dessous d'un certain maximum, étant donné les pertes à dissiper sous forme de chaleur à l'intérieur de l'ampoule.

3° Les bras d'anodes à la partie supérieure desquels se trouve le joint de l'entrée d'anode.

On construit couramment des ampoules en verre à deux, trois et six bras.

Un point très important à observer dans la construction des enveloppes des redresseurs à ampoule de verre est qu'il faut éviter le plus possible que la vapeur de mercure non ionisée émanant de la tache cathodique ne s'introduise dans les bras d'anodes. A cet effet, la partie supérieure de la chambre d'évaporation doit être largement ouverte sur la chambre de condensation, laquelle peut être considérée comme son prolongement supérieur. Il a été reconnu qu'aux faibles pressions qui règnent à l'intérieur d'un redresseur à vapeur de mercure, la quantité de vapeur non ionisée qui se dégage de la tache cathodique est énorme et si l'on ne prend soin de lui laisser un large passage vers la chambre de condensation, il en résulte une surpression locale dans la chambre d'évaporation qui favorise les allumages en retour.

La chambre de condensation, comme nous l'avons dit plus haut, a sa surface déterminée par les conditions de réfrigération de l'ampoule. On remarquera que les ampoules fabriquées avec un verre meilleur isolant et plus

mauvais conducteur devront présenter un dimensionnement plus grand de la chambre de condensation. De même, ce dimensionnement à qualité de verre égale devra être d'autant plus grand que l'épaisseur du verre sera plus grande.

La forme et la dimension des bras d'anodes sont déterminées par les conditions suivantes : nécessité d'assurer un bon cycle de condensation de la vapeur, chute de tension dans l'arc minima et résistance maxima à la contre-tension lorsque l'anode devient négative. Ces considérations font que les bras d'anodes doivent déboucher dans la chambre d'évaporation suivant une section circulaire placée autant que possible dans un plan vertical, de façon à réduire au minimum la quantité de vapeur non ionisée qui pénètre dans les bras au lieu de s'acheminer normalement vers la chambre de condensation. Les bras d'anodes des ampoules d'assez fort débit présentent en général une partie horizontale qui s'offre à la ventilation énergique des filets d'air qui l'atteignent directement, et une partie inclinée de façon à ce que les gouttelettes de mercure condensé puissent retourner à la cathode sans venir au contact de l'anode. Cette forme coudée des bras d'anodes a pour conséquence d'augmenter la longueur du chemin parcouru par l'arc entre l'anode et la cathode ; ceci présente deux avantages : en premier lieu d'augmenter les probabilités pour que les dernières traces de vapeur de mercure non ionisée soient condensées avant d'atteindre l'anode, et en second lieu d'augmenter la résistance à la contre-tension de l'espace qui sépare l'anode de la cathode, sans augmenter notablement l'encombrement.

En général, la colonne positive lumineuse occupe toute la longueur du bras et débouche même un peu au delà dans la chambre d'évaporation. La chambre de condensation est également lumineuse lorsque l'ampoule débite à pleine charge, mais d'une façon moins intense que les bras

d'anodes ; ceci est dû vraisemblablement à une excitation par résonance d'une partie des molécules de la chambre de condensation.

46. **Ventilation.** — Les ampoules de faible puissance, en général à deux ou trois anodes, sont refroidies par ventilation naturelle ; l'air est chauffé au contact des parois de l'ampoule et entraîné verticalement par suite de sa différence de densité avec l'air environnant. Ce système de refroidissement naturel est utilisé pour les ampoules d'un débit inférieur à 80 ampères. Au delà, on a recours à la ventilation artificielle ; avec ce système un ventilateur est placé à la partie inférieure de l'ampoule. Le débit de l'air soufflé par le ventilateur sur l'ampoule dépend évidemment du débit de l'ampoule. On admet pratiquement un débit de 50 m³/minute par 100 ampères de débit de l'ampoule. Il est bon, dans le cas d'une ventilation artificielle, d'enfermer l'ampoule dans une chambre de ventilation disposée de façon à éviter qu'une partie de l'air brassé par le ventilateur ne soit perdue par déviation dans des tourbillons latéraux.

47. **Allumage.** — Dans les ampoules ordinaires à faible débit, on utilise généralement pour l'allumage une petite électrode auxiliaire en mercure avoisinant la cathode, de telle sorte qu'un léger basculement de l'ampoule permette au mercure de l'anode d'allumage de venir au contact du mercure de la cathode ; un petit transformateur auxiliaire à ses extrémités de son secondaire connectées d'une part à la cathode, d'autre part à l'anode d'allumage. Lorsque, par le basculement, le mercure des deux électrodes vient au contact, ce secondaire se trouve court-circuité et il passe à travers le mercure un courant dit courant d'allumage dont on règle la valeur à l'aide d'une petite résistance additionnelle placée en série avec le secondaire du transformateur d'allumage. Lorsque l'ampoule revient à sa position normale verticale, le mercure des deux élec-

trodes se sépare et il jaillit entre l'anode d'allumage et la cathode une étincelle. Cette étincelle est d'ailleurs d'autant plus nourrie que, comme nous la verrons plus loin, le circuit d'allumage présente en série avec le secondaire du transformateur auxiliaire et la résistance d'allumage une self-inductance qui augmente la valeur de l'extra-courant obtenu au moment de la rupture du contact. Cette étincelle éclate à un instant où l'anode d'allumage peut être positive ou négative par rapport à la cathode, suivant le sens de l'alternance au moment de la rupture. Dans le premier cas, la cathode fonctionnant réellement comme cathode au moment de l'allumage, l'arc s'amorce sur les anodes principales. Dans le second cas, l'arc ne peut s'amorcer et il suffit de recommencer l'opération.

En général, on place sur le circuit d'allumage un bouton-poussoir qui permet de ne fermer ce circuit qu'au moment de l'allumage et évite qu'en fonctionnement normal le secondaire du transformateur auxiliaire ne puisse être court-circuité au cas où le mercure de la cathode et celui de l'anode d'allumage viendraient en contact. D'ailleurs, dans certains dispositifs d'allumage, l'anode d'allumage se trouve normalement en contact avec le mercure de la cathode. Dans ce cas, la présence de ce bouton-poussoir est indispensable.

48. **Allumage automatique.** — Différentes solutions ont été proposées pour rendre l'allumage automatique et éviter qu'un opérateur n'ait besoin de basculer l'ampoule pour l'amorcer.

Un premier procédé consiste à rendre le basculement automatique en plaçant l'ampoule sur un support bien équilibré. Ce support peut être basculé, soit par un petit moteur, soit par un électro-aimant. Un système de relais permet de provoquer l'allumage en agissant simplement sur un bouton qui met sous tension l'électro ou le moteur. Ce système nécessite un bon équilibrage du support et des

Pour nous citer :

Base de la Mission nationale de sauvegarde et de valorisation du patrimoine scientifique et technique contemporain, PATSTEC, Tube électronique : Redresseur triphasé à mercure à ampoule de verre (La verrerie scientifique),

<https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=15719>, consulté le 2026-07-28